

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-143784

(43) 公開日 平成9年(1997)6月3日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
C 2 5 D 1/04

識別記号  
3 1 1

庁内整理番号

F I  
C 2 5 D 1/04

技術表示箇所

3 1 1

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-298564

(22) 出願日 平成7年(1995)11月16日

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(71) 出願人 591056710

古河サーキットフォイル株式会社

東京都千代田区神田錦町1丁目8番地9

(72) 発明者 横山 将希

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

(72) 発明者 安 ▲よう▼

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 長門 侃二

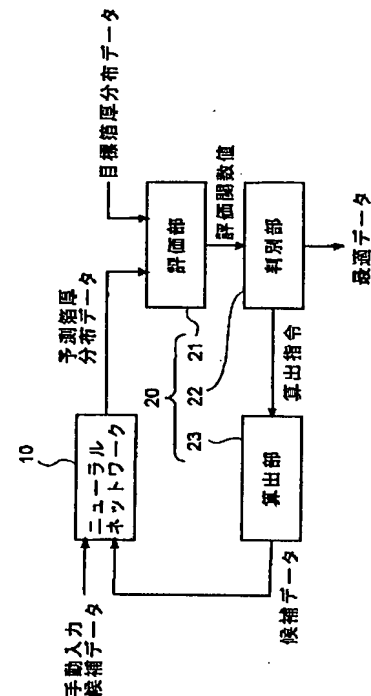
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電解銅箔厚調整用遮蔽板の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 電解銅箔厚調整用遮蔽板を製造するのに要する労力、費用および時間を大幅に低減する。

【解決手段】 既存の遮蔽板の長さ分布データとこの遮蔽板を用いて製造した銅箔の厚さ分布データとに基づいて構築したニューラルネットワーク(10)へ遮蔽板長さ分布の候補データを入力すると、ニューラルネットワークでは予測銅箔厚さ分布データが求められる。最適化システム(20)では、予測銅箔厚さ分布データと目標銅箔厚さ分布データの近さを表す評価関数値を最小にする遮蔽板長さ分布の最適データが求められる。そして、最適データに基づいて遮蔽板が実際に製造される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電解槽内の電解液に浸漬された回転ドラムと電極板との間に電位差を与えて前記回転ドラムに電着させた銅を剥離することにより得られる電解銅箔の厚さ分布を調整するために前記回転ドラムと前記電極板との間に配される電解銅箔厚調整用遮蔽板の製造方法において、遮蔽板長さ分布から予測銅箔厚さ分布を求めるニューラルネットワークを、既存の遮蔽板の長さ分布データと前記既存の遮蔽板を用いて製造した電解銅箔の厚さ分布データとに基づいて構築する工程と、前記ニューラルネットワークに遮蔽板長さ分布の候補データを入力する工程と、目標銅箔厚さ分布と、前記候補データの入力に応じて前記ニューラルネットワークから出力される予測銅箔厚さ分布とを最適化システムに入力する工程と、前記予測銅箔厚さ分布と前記目標銅箔厚さ分布との近さを表す評価関数値を最小にする遮蔽板長さ分布の最適データを前記最適化システムにより求める工程と、前記目標銅箔厚さ分布を有する電解銅箔を製造するための遮蔽板を、前記最適データに基づいて製造する工程とを備えることを特徴とする、電解銅箔厚調整用遮蔽板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電解銅箔厚調整用遮蔽板の製造方法に関する。

## 【0002】

【関連する技術】プリント配線板などに使用される銅箔を電解銅箔製造装置を用いて製造することが知られている。電解銅箔製造装置は、電解槽内に下半部が収容された回転ドラム（陰極）と、この回転ドラム下半部を包囲して電解槽内に配された電極板（陽極）とを備え、両者間に電流を流すと共に銅溶液（電解液）を供給し、更に、銅溶液から回転ドラムに電着した銅を回転ドラムから剥離させてロールに巻取るようになっている。

【0003】この様な電解銅箔製造装置において、回転ドラム－電極板間距離、供給電流強度、電解液供給量などには装置各部でバラツキがある。このため、銅箔各部での厚みにバラツキが生じる。その一方で、銅箔厚さ分布を所望のものにすべきとの要請、特に、銅箔厚を均一にすべきとの要請がある。従来、銅箔厚さ分布を所望のものにするため、回転ドラムと電極板との間に箔厚調整用遮蔽板を挿入して、銅溶液から回転ドラムへの銅の電着の度合いについては箔厚を調整することが知られている。即ち、遮蔽板長さが長い程、銅の電着が抑制されて箔厚が薄くなるので、遮蔽板幅方向各部での長さを適正化した遮蔽板を用いることにより、所望の厚さ分布の銅箔を得ることができる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、遮蔽板において或る幅方向位置での遮蔽板長さを変化させると、当該位置での電着量が増加するばかりではなく、その近傍での電着量も変化する。また、遮蔽板長さ以外にも、銅溶液濃度、供給電流強度、ドラム回転数などの箔厚変動要因がある。このため、遮蔽板の幅方向各部での適正長さを算出式で表すことは困難であり、従って、遮蔽板各部の長さ（遮蔽板長さ分布）を適正に設定することは困難である。結局、所望の遮蔽板を得るには、熟練者が試行錯誤しつつ、多数の遮蔽板を試作する必要がある、遮蔽板の製作には多大の労力、費用を要していた。

【0005】そこで、本発明は、箔厚調整用遮蔽板を比較的容易にかつ短時間で製造する方法を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、電解槽内の電解液に浸漬された回転ドラムと電極板との間に電位差を与えて回転ドラムに電着させた銅を剥離することにより得られる電解銅箔の厚さ分布を調整するために回転ドラムと電極板との間に配される電解銅箔厚調整用遮蔽板の製造方法が提供される。

【0007】請求項1に記載の製造方法は、遮蔽板長さ分布から予測銅箔厚さ分布を求めるニューラルネットワークを、既存の遮蔽板の長さ分布データと当該既存の遮蔽板を用いて製造した電解銅箔の厚さ分布データとに基づいて構築する工程と、ニューラルネットワークに遮蔽板長さ分布の候補データを入力する工程と、目標銅箔厚さ分布と、候補データの入力に応じてニューラルネットワークから出力される予測銅箔厚さ分布とを最適化システムに入力する工程と、予測銅箔厚さ分布と目標銅箔厚さ分布との近さを表す評価関数値を最小にする遮蔽板長さ分布の最適データを最適化システムにより求める工程と、目標銅箔厚さ分布を有する電解銅箔を製造するための遮蔽板を、最適データに基づいて製造する工程とを備えることを特徴とする。

【0008】本発明の製造方法では、既存の箔厚調整用遮蔽板の幅方向各部での長さを測定し、測定結果から、この遮蔽板の長さ分布データを求める。更に、この遮蔽板を用いて銅箔製造装置により電解銅箔を製造する。即ち、銅箔製造装置の回転ドラムと電極板との間に遮蔽板を介在させた状態で回転ドラムと電極板との間に電位差を与えると共に電解液を供給することにより回転ドラムに電着させた銅を回転ドラムから剥離して、電解銅箔を得る。次に、この電解銅箔各部での厚さを測定し、測定結果から、電解銅箔の厚さ分布データを求める。

【0009】そして、ニューラルネットワークを構成するセル同士間の結合強度を、上記遮蔽板長さ分布データをニューラルネットワークへ入力したときのニューラルネットワーク出力が上記銅箔厚さ分布データにできる限り近づくように変更する。換言すれば、上述の電解銅箔

厚さ分布データを教師データとして用いて、ニューラルネットワークの学習を行う。これにより、或る長さ分布を有する遮蔽板を用いて製造される電解銅箔の厚さ分布を予測するための知識をニューラルネットワークに与える。

【0010】更に、上記遮蔽板とは長さ分布を異にする別の既存の遮蔽板について同様の作業を行い、これにより、ニューラルネットワークのセル同士間の結合強度をさらに適正なものにする。この様にして、遮蔽板長さ分布から予測銅箔厚さ分布を求めるニューラルネットワークが構築される。次に、目標厚さ分布を有する電解銅箔を製造可能とする遮蔽板長さ分布の候補データをニューラルネットワークに入力する。ニューラルネットワークからは候補データに対応する予測銅箔厚さ分布が出力される。そして、この予測銅箔厚さ分布を最適化システムに目標銅箔厚さ分布と共に入力する。最適化システムは、予測銅箔厚さ分布と目標銅箔厚さ分布との近さを表す評価関数値を求め、この評価関数値を小さくするような新たな候補データをニューラルネットワークへ出力する。そして、最適化システムは、新たな候補データに応じてニューラルネットワークから出力された新たな予測銅箔厚さ分布に基づいて評価関数値を求め、次いで、更なる候補データを出力する。この様なデータ処理を繰り返しつつ、最適化システムは、評価関数値を最小にする候補データを遮蔽板長さ分布の最適データとして求める。

【0011】そして、上記最適データに基づいて箔厚調整用遮蔽板を実際に製造する。この様にして得た遮蔽板は、目標銅箔厚さ分布を有する電解銅箔を製造するのに最適な長さ分布を有している。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施例による箔厚調整用遮蔽板の製造方法を説明する。図1を参照すると、銅箔製造装置は、電解槽1と、この電解槽1内の電解液2に下半部が浸漬された円筒状の回転ドラム3と、電解槽1内で回転ドラム3の下半部を包囲する半円筒状の電極板4とを備えている。回転ドラム3は、例えば電解槽1の側壁により回転可能に支持され、図示しない駆動源により図1で見て時計方向に回転されるようになっている。

【0013】また、銅箔製造装置は、回転ドラム3の下方に配され回転ドラム3と電極板4との間に電解液2を供給するためのデストリビュータ5を備えている。このデストリビュータ5は、図示しない電解液供給装置に接続されている。デストリビュータ5を介して電解液供給装置から供給された電解液2は、回転ドラム3と電極板4との間の電解液通路を通り、電極板4の上縁から電解槽1内へ溢出するようになっている。そして、電解槽1内の電解液2は、電解槽1に設けた電解液排出口（図示略）を介して電解液供給装置へ戻されて、同装置内で淨

化処理された後に再利用されることになる。

【0014】電解液通路の電解液溢出側において、回転ドラム3と電極板4との間には箔厚調整用遮蔽板6が配されている。この遮蔽板6は、図2に例示するような長さ分布を有している。即ち、遮蔽板6の長さは、遮蔽板幅方向位置によって異なる値にされている。参照符号6a及び6bは遮蔽板6の基端及び先端を夫々表す。銅箔製造装置は、回転ドラム3と電極板4との間に電位差を与えるための電位差付与装置（図示略）を備えている。この電位差付与装置は整流器を含み、整流器の負極は回転ドラム3に接続され、正極は電極板4に接続されている。そして、回転ドラム3を回転させつつ、回転ドラム3と電極板4との間に電位差を与えると共に電解液2を供給することにより、回転ドラム3の周面に銅を電着させるようにしている。回転ドラム3に電着した銅は、電解液通路の電解液溢出側において回転ドラム3の近傍に設置された剥離手段（図示略）により回転ドラム3から剥離され、これにより電解銅箔9を得る。銅箔9は、図示しない駆動源により反時計方向に回転駆動される巻取りロール7により巻取られる。図1中、参照符号8は、銅箔9をガイドするためのパスロールを示す。

【0015】本実施例による遮蔽板製造方法は、ニューラルネットワークおよび最適化システムを用いて実施される。図3を参照すると、ニューラルネットワーク10は、 $R \times Q$ 個（ $Q$ は1以上の整数）のデータ値からなる遮蔽板長さ分布データを入力する入力層11と、 $S2 \times Q$ 個のデータ値からなる予測箔厚分布データを出力する出力層14と、入力層11と出力層14との間に介在する第1及び第2隠れ層12、13とから構成されている。

【0016】遮蔽板長さ分布データは、 $Q$ 組のデータ値からなり、各組は $R$ 個のデータ値からなる。 $R$ 個からなる一組のデータ値は、一つの遮蔽板6の幅方向 $R$ 点での長さ、すなわち、当該一つの遮蔽板6の長さ分布を表す。従って、 $Q$ 組の遮蔽板長さ分布データ値の全体は、 $Q$ 個の異なる遮蔽板の長さ分布を表している。また、予測箔厚分布データは、 $Q$ 組のデータ値からなり、各組は $S2$ 個のデータ値からなる。 $S2$ 個からなる一組のデータ値は、一つの銅箔9の幅方向 $S2$ 点での予測厚さ、すなわち、当該一つの銅箔9の予測厚さ分布を表す。従って、 $Q$ 組の予測箔厚分布データ値の全体は、 $Q$ 個の異なる銅箔の予測厚さ分布を表している。

【0017】入力層11は $R \times Q$ 個の入力セルからなる。入力セルの各々は、 $Q$ 組の遮蔽板長さ分布データを構成する $R \times Q$ 個のデータ値のうちの、各該セルに割り当てられた一つを入力する。第1隠れ層12は、複数個の第1中間セル群と一つの第1バイアスセル群とを有している。第1バイアスセル群は、第1バイアス入力を夫々入力する $S1 \times 1$ 個の第1バイアスセルを有している。また、第1中間セル群の各々は $S1 \times R$ 個の第1中

間セルを含む。これら第1中間セルの各々には、各該第1中間セルに割り当てられた複数の入力セルと一つの第1バイアスセルとが結合されている。第1中間セルの各々には、これら入力セルの各々の出力に各該第1中間セルと各該入力セルとの結合強度（重み）を乗じて得た値をこれら入力セルについて加算したものと、第1バイアスセルの出力との総和が入力される。同一の第1中間セル群に属する第1中間セルについての重みは互いに同一であるのが好ましい。そして、第1中間セルの各々は、各該第1中間セルの入力を例えば正接シグモイド伝達関数で変換して得た値を出力する。

【0018】第2隠れ層13は、複数の第2中間セル群と一つの第2バイアスセル群とを有している。第2バイアスセル群は、第2バイアス入力を入力する $S2 \times 1$ 個の第2バイアスセルを有している。また、第2中間セル群の各々は $S1 \times S2$ 個の第2中間セルを含む。これら第2中間セルの各々には、各該第2中間セルに割り当てられた複数の第1中間セルと一つの第2バイアスセルとが結合されている。第2中間セルの各々には、これら第1中間セルの各々の出力に各該第2中間セルと各該第1中間セルとの結合強度を乗じて得た値をこれら第1中間セルについて加算したものと、第2バイアスセルの出力との総和が入力される。同一の第2中間セル群に属する第2中間セルについての重みは互いに同一であるのが好ましい。そして、第2中間セルの各々は、各該第2中間セルの入力を例えば線形伝達関数で変換して得た値を出力する。

【0019】出力層14は、 $S2 \times Q$ 個の出力セルを有している。出力セルの各々には、全ての第2中間セルが結合されている。各々の出力セルには、これら第2中間セルの各々の出力に各該出力セルと各該第2中間セルとの結合強度を乗じて得た値の総和が入力される。各々の出力セルは、各該出力セルの入力を例えば線形伝達関数で変換して得た値を出力する。 $S2 \times Q$ 個の出力セルからは、 $Q$ 組の予測箔厚分布データを構成する $S2 \times Q$ 個のデータ値が出力される。

【0020】本実施例では、ニューラルネットワーク10はコンピュータにより構成されている。このコンピュータには、ニューラルネットワークモデルのソフトウェアシミュレーションを実行するためのプログラムが実装されている。このプログラムとしては、例えば市販されているパターン認識用ツールが利用される。図4を参照すると、最適化システム20は、 $Q$ 組（ $Q$ は1以上の整数）の遮蔽板長さ分布の候補データをニューラルネットワーク10に与えたときに当該ニューラルネットワーク10から出力される $Q$ 組の予測箔厚分布データと同一データとは別途に供給される目標箔厚分布データとの近さを表す評価関数値（例えば、 $S2 \times Q$ 個の予測箔厚分布データ値とこれと同数の目標箔厚分布データ値との偏差の2乗和）を求める評価部21を有している。

【0021】また、最適化システム20は、判別部22と算出部23とを有している。判別部22は、評価部21が求めた評価関数値がゼロまたは最小になったか否かを判別し、評価関数値がゼロまたは最小でなければ、候補データ算出指令を算出部23へ送出する。一方、評価関数値がゼロまたは最小になったならば、判別部22は、この評価関数値（予測箔厚分布）に対応する候補データを遮蔽板長さ分布の最適データとして出力する。

【0022】算出部23は、候補データ算出指令に応じて、評価関数値を減少させるような遮蔽板長さ分布の新たな候補データを従来公知の最適化手法により算出する。新たな候補データはニューラルネットワーク10へ出力される。ニューラルネットワーク10は、この候補データに対応する予測箔厚分布を求める。本実施例では、最適化システム20はコンピュータにより構成されている。このコンピュータは、ニューラルネットワーク10と最適化システム20とに共用されるものであって、最適化システム20の要素21、22及び23の夫々の機能を達成するための、従来公知のプログラミング手法により作成されたプログラムが実装されている。

【0023】以下、本実施例による遮蔽板の製造プロセスを説明する。まず、作業者は、既存の第1の遮蔽板6の幅方向R点での長さを測定して、R個のデータ値からなる遮蔽板長さ分布データを作成する。更に、第1の遮蔽板6を用いて、銅箔9を図1に示した銅箔製造装置により製造する。即ち、銅箔製造装置の回転ドラム3と電極板4との間に第1の遮蔽板6を介在させた状態で回転ドラム3と電極板4との間に電位差を与えると共に電解液2を供給することにより回転ドラム3に銅を電着させ、この電着させた銅を回転ドラム3から剥離して銅箔9を得る。次に、作業者は、銅箔9の幅方向S2点での厚さを測定して、 $S2$ 個のデータ値からなる銅箔厚さ分布データを求める。

【0024】次いで、作業者は、コンピュータのキーボードを介して、上述のようにして得た遮蔽板長さ分布データおよび銅箔厚さ分布データを、ニューラルネットワーク10としてのコンピュータに入力する。ニューラルネットワーク10は、これに実装されている学習則たとえばバックプロパゲーション則に従って、学習を行う。

この学習では、まず、ニューラルネットワーク10のセル同士間の結合強度ならびに第1及び第2バイアス入力が入力される初期値に設定された状態で、遮蔽板長さ分布データがニューラルネットワーク10の入力層11に入力される。このデータ入力に応じて、ニューラルネットワーク10では、第1隠れ層12、第2隠れ層13および出力層14の夫々の出力が、この順序で求められる。そして、出力層14の出力（予測銅箔厚さ分布データ）と教師データとしての銅箔厚さ分布データとが比較される。予測データと教師データとが一致していなければ、出力層14のセルと第2隠れ層13のセルの対応するも

【0034】次に、第1ないし第4の遮蔽板についての遮蔽板長さ分布データとこれら4種類の長さ分布データに対応する銅箔厚さ分布データ（銅箔単位面積重量分布データ）とを用いてニューラルネットワーク10に学習を行わせた。更に、学習済みのニューラルネットワーク

10に第5の遮蔽板の長さ分布データを入力して、この長さ分布データに対応する予測銅箔厚さ分布データをニューラルネットワーク10により求めた。この予測データと実際データとを図8に示し、また、銅箔幅方向の26点での予測データ値と実際データ値との誤差を図9に示す。図9に示すように、予測誤差は $\pm 1\%$ の範囲内に収まっていた。即ち、目標厚さ分布に対する誤差が $\pm 1\%$ 程度であるような銅箔を作成するには、遮蔽板を4回試作すれば足りることが判った。

【0035】本発明は、上記実施例に限定されず、種々に変形可能である。例えば、本発明の遮蔽板製造方法を実施するためのニューラルネットワークの構成は上記実施例で用いたものに限定されない。

【0036】

【発明の効果】電解槽内の電解液に浸漬された回転ドラムと電極板との間に電位差を与えて回転ドラムに電着させた銅を剥離することにより得られる電解銅箔の厚さ分布を調整するために回転ドラムと電極板との間に配される電解銅箔厚調整用遮蔽板の製造方法において、請求項1に記載の製造方法は、遮蔽板長さ分布から予測銅箔厚さ分布を求めるニューラルネットワークを、既存の遮蔽板の長さ分布データと既存の遮蔽板を用いて製造した電解銅箔の厚さ分布データとに基づいて構築する工程と、ニューラルネットワークに遮蔽板長さ分布の候補データを入力する工程と、目標銅箔厚さ分布と、候補データの入力に応じてニューラルネットワークから出力される予測銅箔厚さ分布とを最適化システムに入力する工程と、予測銅箔厚さ分布と目標銅箔厚さ分布との近さを表す評価関数値を最小にする遮蔽板長さ分布の最適データを最適化システムにより求める工程と、目標銅箔厚さ分布を有する電解銅箔を製造するための遮蔽板を、最適データに基づいて製造する工程とを備えるので、試行錯誤しつつ多数回にわたって遮蔽板を製作する必要がない。本発明によれば、遮蔽板の製作は基本的には2回で済む。この結果、遮蔽板に要していた労力、費用および時間を大幅に低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】箔厚調整用遮蔽板を有する電解銅箔製造装置を示す概略図である。

【図2】図1に示した遮蔽板の長さ分布を例示する概略\*

\*平面図である。

【図3】本発明の一実施例による遮蔽板製造方法を実施するために用いられるニューラルネットワークを示す概念図である。

【図4】図3に示したニューラルネットワークと共に遮蔽板製造に用いられる最適化システムを機能的に示す概略図である。

【図5】ニューラルネットワークの予測精度を評価するためのシミュレーションに用いた複数種の銅箔厚さ分布データを示すグラフである。

【図6】予測精度評価シミュレーションにより求めた予測銅箔厚さ分布データを実際データと共に示すグラフである。

【図7】図6に示した予測データと実際データとの誤差を示すグラフである。

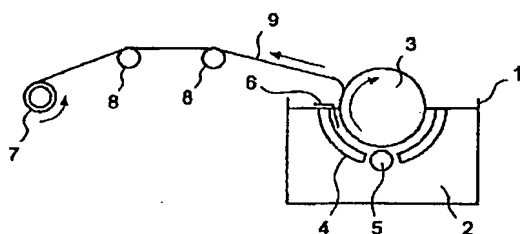
【図8】別の条件下で行った予測精度評価シミュレーションにより求めた予測銅箔厚さ分布データを実際データと共に示すグラフである。

【図9】図8に示した予測データと実際データとの誤差を示すグラフである。

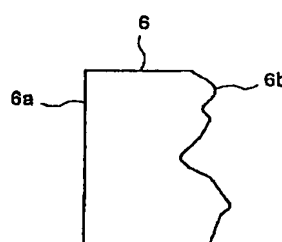
【符号の説明】

- 1 電解槽
- 2 電解液
- 3 回転ドラム
- 4 電極板
- 5 デストリビュータ
- 6 箔厚調整用遮蔽板
- 7 巻取りロール
- 8 パスロール
- 9 銅箔
- 10 ニューラルネットワーク
- 11 入力層
- 12 第1隠れ層
- 13 第2隠れ層
- 14 出力層
- 20 最適化システム
- 21 評価部
- 22 判別部
- 23 算出部

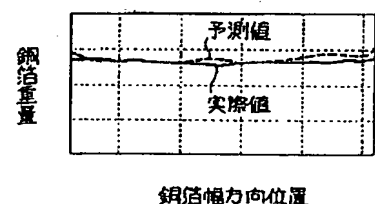
【図1】



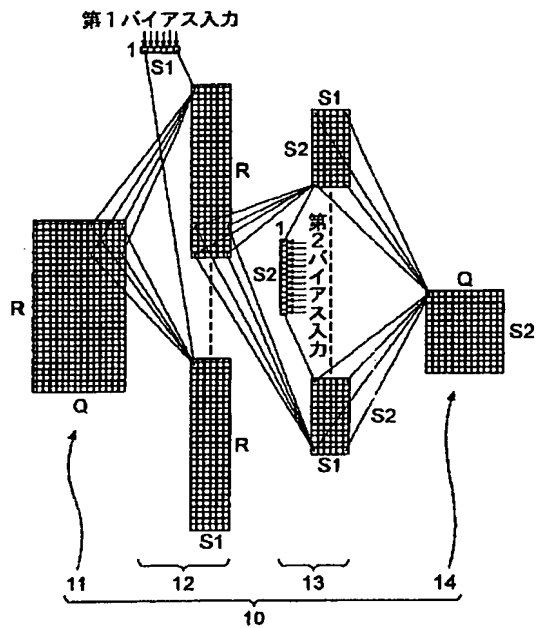
【図2】



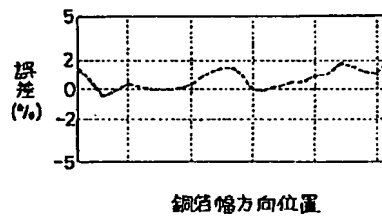
【図6】



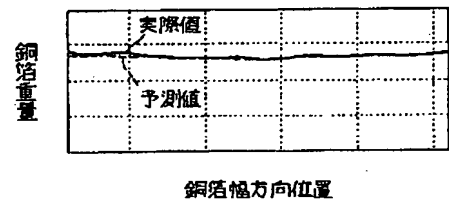
【図3】



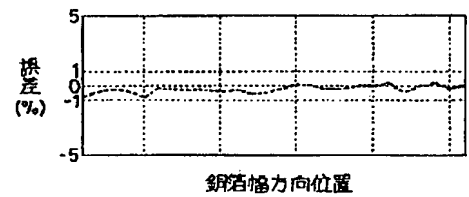
【図7】



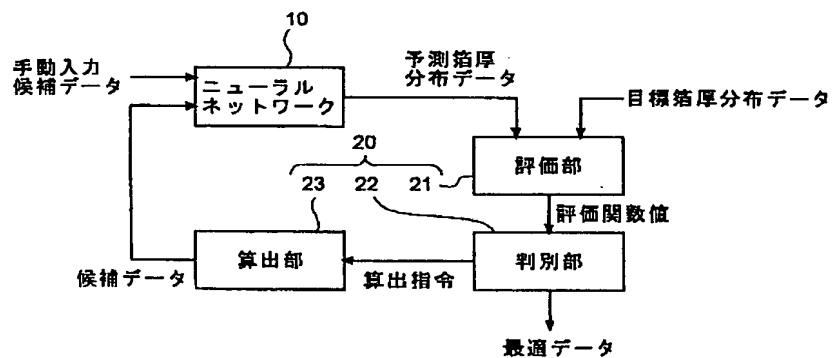
【図8】



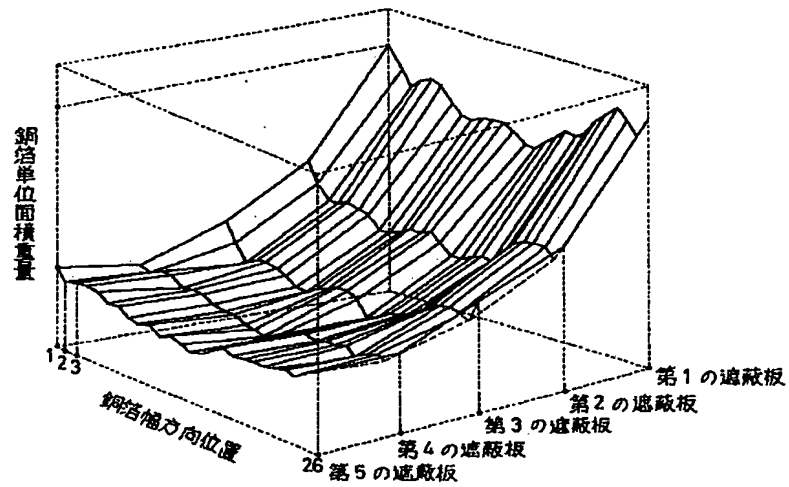
【図9】



【図4】



【図5】




---

フロントページの続き

(72)発明者 菅野 健次  
 栃木県今市市荊沢601番地2 古河サーキ  
 ットfoil株式会社今市事業所内

(72)発明者 星 芳男  
 栃木県今市市荊沢601番地2 古河サーキ  
 ットfoil株式会社今市事業所内